

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Juni 2005 (30.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/059992 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 21/68**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/013838

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Dezember 2004 (06.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 57 698.3 9. Dezember 2003 (09.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Rodheimer Strasse 59, 35452 Heuchelheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHNEWEIS, Stefan** [DE/DE]; Auf der Hohl 2, 61279 Grävenwiesbach (DE).

(74) Anwalt: **STOFFREGEN, Hans-Herbert**; Friedrich-Ebert-Anlage 11b, 63450 Hanau (DE).

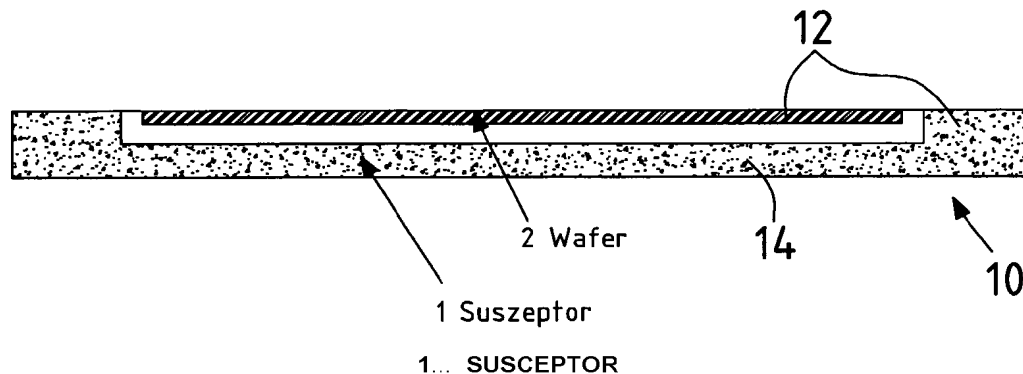
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CARRIER FOR RECEIVING AN OBJECT AND METHOD FOR THE PRODUCTION OF A CARRIER

(54) Bezeichnung: TRÄGER ZUR AUFNAHME EINES GEGENSTANDES SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES TRÄGERS



(57) Abstract: The invention relates to a carrier (10) for an object (12), preferably a substrate of a semiconductor component such as a wafer, comprising a receiving element for the object and gas outlets arranged below the receiving element along the object thus received. At least sections of the carrier (10) are made of a material which comprises stabilizing fibres (18,20) and whose porosity forms the gas outlets in order to enable a desired gas to exit from the gas outlets in a dosed and finely distributed manner.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf einen Träger (10) für einen Gegenstand (12), vorzugsweise Substrat eines Halbleiterbauelements wie Wafer, mit einer Aufnahme für den Gegenstand und unterhalb der Aufnahme sich entlang des von dieser aufgenommenen Gegenstandes vorhandenen Gasaustrittsöffnungen. Damit über die Gasaustrittsöffnungen wohl dosiert und fein verteilt ein gewünschtes Gas austreten kann, wird vorgeschlagen, dass der Träger (10) zumindest abschnittsweise aus einem Material aus stabilisierten Fasern (18, 20) mit einer die Gasaustrittsöffnungen bildenden Porosität besteht.



WO 2005/059992 A1



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Träger zur Aufnahme eines Gegenstandes sowie Verfahren zur Herstellung eines Trägers

Die Erfindung bezieht sich auf einen Träger zur Aufnahme eines zu behandelnden Gegenstandes, wie Substrats eines Halbleiterbauelements, wobei der Träger Kohlenstoff enthält und zur Bildung von Gasaustritts- oder Durchtrittsöffnungen porös ausgebildet ist. Ferner nimmt die Erfindung Bezug auf ein Verfahren zur Herstellung eines Trägers zur Aufnahme eines zu behandelnden Gegenstands, vorzugsweise eines Substrats eines Halbleiterbauelementes wie Wafers, wobei der Träger unter Verwendung von Kohlenstoff mit einer Gasaustritts- oder Durchtrittsöffnungen bildenden Porosität ausgebildet wird.

Ein entsprechender Träger kann z. B. für CVD-Prozesse benutzt werden. Dabei kann der durch Gasaustrittsöffnungen des Trägers austretende Gasstrom sicherstellen, dass eine Selbstdotierung durch Dotieratome, die den Gegenstand durchsetzen, unterbleibt, indem das Gas diese wegführt (siehe US-A-6,444,027).

Um in einer Prozesskammer auch die Rückseite eines flachen Gegenstandes zu reinigen, ist nach der US-A-5,960,555 ein Suszeptor vorgesehen, der Öffnungen aufweist, über die Reinigungsgas auf die Rückseite strömt.

Ein Suszeptor für eine CVD-Anordnung weist nach der JP-A-10223545 Bohrlöcher auf, über die auf der Rückseite eines von der Vorderseite her zu dotierenden Gegenstandes austretende Dotieratome weggeführt werden.

Die GB-A-2 172 822 bezieht sich auf eine aus Fasern bestehende poröse Haltevorrichtung, durch die zum Fixieren eines Werkstücks Luft gesaugt wird.

Um Gegenstände berührungslos zu fördern, wird nach der DE-A-101 45 686 eine Kreisplattenanordnung vorgeschlagen, die Durchgangsbohrungen aufweist, um durch diese Druckgas hindurchzuführen. Alternativ können offenporige Materialien zum Einsatz gelangen. Als Material kommt jegliches Material wie beispielsweise Glas in Frage.

Der WO-A-03/049157 ist eine Transportvorrichtung für Wafer zu entnehmen. Die Vorrichtung besteht aus kohlefaserverstärktem Material, das oberflächenseitig ein elektrisch leitendes Polymer aufweist, um Aufladungen zu vermeiden.

Ein Suszeptor nach der JP-A-11035391 besteht aus einem geschlossenen Körper aus Kohlenstoffmaterial. Ein entsprechender Suszeptor ist auch der US-A-2003/0160044 zu entnehmen, der aus Kohlenstoff besteht und eine geschlossene Oberfläche aufweist.

Ein Suszeptor geringer Masse aus glasartigem Kohlenstoff mit SiC-Beschichtung ist aus der JP-A-08181150 bekannt. Durch die Siliciumkarbidbeschichtung wird der Suszeptor gasundurchlässig.

Nach der JP-A-03246931 wird zur gleichmäßigen Wärmeverteilung ein aus Kohlenstoffmaterial und Kohlenstofffasern bestehender Suszeptor vorgeschlagen, der aus zwei zueinander beabstandeten Platten besteht. In den zwischen den Platten gebildeten Hohl-

raum führen Bohrungen. Um zu verhindern, dass aus dem Basismaterial Verunreinigungen austreten, wird die Oberfläche mit einem SiC-Film verschlossen.

Zur Behandlung eines Substrats wird dieses nach der JP-A-09209152 auf einem Ring gelagert, der aus einem kunststofffaserverstärkten Material besteht, der außenseitig eine SiC-Schicht aufweist.

Ein Suszeptor aus porösem Kohlenstoff ist aus der JP-A-60254610 bekannt.

Eine Saugvorrichtung nach der JP-A-2000031098 sieht einen aus synthetischem Harz, Kohlenstoff und Ebonit bestehenden Körper mit vertikal verlaufenden Poren vor, um einen auf dem Träger vorhandenen Gegenstand durch Unterdruck zu fixieren.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, einen Träger der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zum Herstellen eines solchen so weiterzubilden, dass über in dem Träger vorhandene Gasaustrittsöffnungen wohl dosiert und fein verteilt ein gewünschtes Gas austreten kann. Gleichzeitig soll die Möglichkeit geschaffen werden, das Gas im gewünschten Umfang definiert zu erwärmen. Ferner soll eine hohe Stabilität gegeben sein. Die Möglichkeit, Träger gewünschter Dimensionierung auf einfache Weise herzustellen, soll gleichfalls erfüllt werden.

Zur Lösung des Problems sieht die Erfindung im Wesentlichen vor, dass der Träger aus einem Gerüst oder einem Abschnitt eines Gerüsts aus C-Fasern und/oder SiC-Fasern besteht, dass die Fasern in einer Matrix aus Kohlenstoff und/oder SiC eingebettet sind und dass der Träger eine Porosität p mit $5\% \leq p \leq 95\%$, insbesondere $10\% \leq p \leq 95\%$, und eine Dichte ρ mit $0,1 \text{ g/cm}^3 \leq \rho \leq 3,0 \text{ g/cm}^3$ aufweist. Insbesondere ist der Träger durch Gasphaseninfiltration und/oder Flüssigkeitsimprägnierung stabilisiert ist. Das Gerüst kann dabei aus Filz, Vlies und/oder Gewebelagen bestehen.

Die Stabilisierung bzw. Versteifung der Fasern erfolgt durch chemische Gasphaseninfiltration (CVI) und/oder Imprägnierung mit flüssigen Substanzen. Hierdurch werden auf den Fasern Kohlenstoff- und/oder Siliziumkarbid-Schichten abgeschieden bzw. sol-

che aus den Fasern ausgebildet. Die Fasern können mit einer Folge aus einer oder mehreren Kohlenstoff- bzw. Siliziumkarbidschichten ummantelt sein, wobei auch ein gradiertes System in Frage kommt, das von Kohlenstoff in Siliziumkarbid übergeht. Gradiert bedeutet dabei, dass vorzugsweise ein stetiger oder nahezu stetiger Übergang erfolgt.

Bei dem Kohlenstoff handelt es sich insbesondere um Pyrokohlenstoff.

Unabhängig hiervon sollte die äußerste Schicht eine insbesondere durch chemische Gasphasenabscheidung erzeugte SiC-Schicht sein, um eine hinreichende chemische Beständigkeit zu erzielen. Gleichzeitig ist auf Grund der diffusionssperrenden Wirkung von Siliziumkarbid sichergestellt, dass nicht oder nur im geringen Umfang eine Kontamination des Trägers durch Verunreinigungen des Basiswerkstoffes erfolgt.

Die Dichte des Trägers ist zwischen $0,1 \text{ g/cm}^3$ und $3,0 \text{ g/cm}^3$ eingestellt, wobei mit steigender Dichte Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit des Trägers zunehmen, wohingegen die Gasdurchlässigkeit abnimmt.

Abweichend vom vorbekannten Stand der Technik wird als Träger - auch Suszeptor genannt - ein aus Kohlenstoff- und/oder Siliziumkarbidfasern bestehendes Gerüst benutzt, dass durch Ausbilden bzw. Auftragen von Kohlenstoff- bzw. Siliziumkarbidschichten stabilisiert wird. Durch den Umfang der Beschichtung kann die Porosität des Gerüsts eingestellt werden.

Unabhängig hiervon sind durch die Faserstruktur des Gerüsts statistisch verteilte bzw. zufällig angeordnete isotrop verteilte Porenkanäle vorhanden, die von dem mit dem zu behandelnden bzw. zu reinigenden Gegenstand zu beaufschlagenden Gas durchströmt werden. Durch das Durchströmen entsprechender willkürlich verlaufender Porenkanäle erhöht sich die Verweildauer des Gases im Inneren des Trägers, wodurch eine sehr gleichmäßige Erwärmung des Gases gegeben ist. Auf Grund der Vielzahl der Porenkanäle ist des Weiteren ein Gasstrom mit sehr hoher Homogenität erreichbar.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Trägers der eingangs genannten Art zeichnet sich durch die Verfahrensschritte aus:

- Herstellen eines Gerüsts aus C- und/oder SiC-Fasern und
- Stabilisieren des Gerüsts mit zumindest einer eine Matrix bildenden Pyrokohlenstoff- und/oder Siliziumkarbidschicht,

wobei so stabilisiertes Gerüst oder ein Abschnitt des Gerüsts als der Träger verwendet wird.

Dabei kann als Gerüst ein Filz, ein Vlies und Gewebelagen verwendet werden, die aus Kohlenstoff bestehen oder enthalten bzw. in Kohlenstoff umgesetzt werden. Dies kann z. B. durch Verkokung erfolgen. Sodann wird das Gerüst durch Gasphaseninfiltration (CVI) und/oder Flüssigkeitsimprägnierung stabilisiert. Dabei können die Fasern des Gerüsts derart behandelt werden, dass eine Umhüllung aus reinem Kohlenstoff oder reinem Siliziumkarbid entsteht. Auch besteht die Möglichkeit, auf den Fasern eine Folge von Schichten aus einer oder mehreren Kohlenstoffschichten und/oder einer oder mehreren Siliziumkarbidschichten aufzubringen. Auch eine Gradierung von Kohlenstoff in Siliziumkarbid ist möglich.

Unabhängig hiervon sollte als äußere Schicht der Fasern eine Siliziumkarbidschicht ausgebildet werden, um eine hohe chemische Beständigkeit zu erzielen.

Durch Zusammensetzung des Gerüsts und/oder Dauer der Behandlung zum Stabilisieren der Fasern und Ausbilden der Schichten können Dichte, Wärmeleitfähigkeit und/oder Porosität des beschichteten Gerüsts eingestellt werden.

Insbesondere zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass auf das aus C- und/oder SiC-Fasern bestehende Gerüst eine oder mehrere aus Pyrokohlenstoff und/oder Siliziumkarbid bestehende Schichten aufgebracht werden, sodann der Träger aus so hergestellter Matrix ausgeschnitten, der ausgeschnittene Träger einer Hochtemperaturreini-

gung unterzogen und sodann eine oder mehrere aus SiC bestehende Schichten auf die Pyrokohlenstoffschicht aufgebracht wird.

Bevorzugterweise beläuft sich das Verhältnis von Gerüst zu Matrix wie 1 : 13 bis 1 : 17, insbesondere in etwa 1 : 14.

Das Verhältnis von Pyrokohlenstoff zu Siliziumkarbid, die die Matrix bilden, sollte sich belaufen auf 1 : 1,8 bis 1 : 2, vorzugsweise in etwa 1 : 1,86.

Bevorzugterweise beläuft sich die Gesamtdichte des Trägers auf $1,50 \text{ g/cm}^3$ bis $1,9 \text{ g/cm}^3$, wobei der Anteil der Fasern $0,098 \text{ g/cm}^3$ bis $0,12 \text{ g/cm}^3$, der Anteil des Pyrokohlenstoffs $0,4 \text{ g/cm}^3$ bis $0,8 \text{ g/cm}^3$ und der Anteil des SiC $0,8 \text{ g/cm}^3$ bis $1,0 \text{ g/cm}^3$ beträgt. Ein entsprechender Träger weist eine Wärmeleitfähigkeit von in etwa 14 W/mK auf.

Der erfindungsgemäße aus porösem Material bestehende Träger gestattet es, Gase während eines Behandlungsprozesses durch den Träger bzw. Suszeptor zu leiten. So kann z. B. die Rückseite eines Gegenstandes während eines Epitaxiprozesses vor Abscheidung geschützt werden, sofern durch den Suszeptor ein Spül- oder Reinigungsgas geleitet wird. Ferner kann durch das Reinigungsgas sichergestellt werden, dass Dotieratome, die während des Epitaxiprozesses aus der Rückseite des Gegenstandes heraustreten, mit dem Gasstrom abtransportiert werden, so dass eine Selbstdotierung der Vorderseite des Gegenstandes stark reduziert wird.

Insbesondere wird der erfindungsgemäße Träger dann verwendet, wenn Vorder- und Rückseite eines zu behandelnden Gegenstandes unterschiedlich prozessiert werden sollen. So kann durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Trägers eine allseitig vorhandene Oxidschicht eines Gegenstandes so abgeätzt werden, dass nur die Vorderseite gezielt vom Oxid befreit wird. undefiniertes Einbringen von Ätzgas zwischen Träger und Gegenstand, das zu einer teilweisen Abätzung der Oxidschicht im Randbereich der Rückseite des Gegenstandes führen kann, wird vermieden, so dass in Folge dessen die Oxidschicht auf der Rückseite geschützt ist.

Wird das Ätzgas nicht nur über den Gegenstand sondern auch durch den Träger geleitet, so kann auch die Rückseite des Gegenstandes vollständig und gleichmäßig abgeätzt werden. Entsprechendes gilt für die Dotierung von Gegenständen. So kann durch den Einsatz des erfindungsgemäß porösen Trägers die Rückseite eines Gegenstandes durch Spülgase vor Dotierung geschützt werden bzw. durch Zuführung von Dotiergasen durch den Träger eine gleichmäßige Dotierung von Vorder- und Rückseite erreicht werden.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von den Darstellungen zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsformen sowie nachfolgenden Beispielen.

Es zeigen:

Fig. 1. einen Querschnitt durch einen Träger mit von diesem aufgenommenen Gegenstand,

Fig. 2 den Träger in Draufsicht,

Fig. 3 eine Vergrößerung des Trägers gemäß Fig. 1 und 2 entlang einer Bruchkante,

Fig. 4 ein vergrößerter Oberflächenausschnitt des Trägers nach den Fig. 1 bis 3 und

Fig. 5 eine Detailabbildung einer Faser des Trägers nach den Fig. 1 bis 4.

In Fig. 1 ist ein Träger 10 - auch Suszeptor genannt - dargestellt, der in einer nicht dargestellten Prozesskammer angeordnet ist und einen zu behandelnden bzw. zu reinigen-

den Gegenstand 12 aufnimmt, der z.B. ein Wafer sein kann. Der Träger 10 weist dabei in Draufsicht eine Kreisform auf, wie die Fig. 2 verdeutlicht. Andere Geometrien sind gleichfalls möglich. Im Ausführungsbeispiel weist der Träger 10 einen umlaufenden Rand 12 auf, zu dem zurückversetzt eine Bodenwandung 14 verläuft, oberhalb der der Gegenstand 12 angeordnet ist.

Mit anderen Worten weist der Träger 12 im Schnitt eine U-Form auf, oberhalb deren Querschenkel, der die Bodenwandung 14 bildet, der zu behandelnde bzw. reinigende Gegenstand 12 – nachstehend vereinfacht Wafer genannt – angeordnet ist.

Erfindungsgemäß besteht der Träger 10 aus einem aus Kohlenstoff- und/oder Siliziumkarbidfasern gebildeten Gerüst. Als Material können ein Filz, ein Vlies oder Gewebelagen benutzt werden. Sofern diese nicht in Kohlenstoff vorliegen, kann zuvor eine Verkokung erfolgen. Sodann erfolgt eine Stabilisierung der Fasern 16, 18 durch Gasphaseninfiltration (CVI) mit Pyrokohlenstoff (PyC) und/oder Siliziumkarbid (SiC). Auch kann eine Imprägnierung mit entsprechenden flüssigen Substanzen erfolgen.

Die auf den Fasern 16, 18 aufgetragenen Schichten sind in der Fig. 3 beispielhaft mit den Bezugszeichen 20, 22 gekennzeichnet. Ein genauer Aufbau der mit den Schichten versehenen Fasern ergibt sich aus der Fig. 5. Dabei ist beispielhaft mit dem Bezugszeichen 24 eine Kohlenstofffaser im Schnitt dargestellt, die von einer oder mehreren Pyrokohlenstoffschichten 26 umgeben ist, die ihrerseits außenseitig von einer oder mehreren Siliziumkarbidsschichten 28 umschlossen ist. Eine andere Schichtfolge von Pyrokohlenstoff und Siliziumkarbid kann gleichfalls vorliegen.

Durch die Dicke der aufgetragenen Schichten 26, 28 und Faserdurchmesser sowie deren Anordnung zueinander kann der Freiraum zwischen den beschichteten Fasern 18, 20 eingestellt werden und somit die Durchlässigkeit. Mit anderen Worten werden durch die Porosität Gasaustritts- bzw. -durchtrittsöffnungen und deren Verteilung bzw. Verlauf vorgegeben. Somit ist auf Grund des Gerüstmaterials eine Struktur gegeben, die zufällig angeordnete isotrop verteilte Porenkanäle zur Verfügung stellt, durch die Gas strömen kann. Ein entsprechender Gasstromweg ist in Fig. 3 mit einem Pfeil (Bezugszeichen 30)

beispielhaft eingezeichnet. Hierdurch bedingt weist das den Träger 10 durchströmende Gas in diesem eine lange Verweilzeit auf, so dass eine gleichmäßige Erwärmung erfolgt. Ferner ist auf Grund der Porosität, also der Vielzahl sehr kleiner Kanäle, ein Gasstrom mit hoher Homogenität erzielbar. Da die Dimensionierung und Anordnung der Gasaustrittsöffnungen nicht mechanisch hergestellt werden, sondern allein durch den Aufbau des Gerüsts und dessen Beschichtung bestimmt sind, können im Vergleich zu mechanisch hergestellte Öffnungen aufweisenden Trägern oder Suszeptoren Vorteile erzielt werden, die sicherstellen, dass Gegenstände, die von dem erfindungsgemäßen Träger 10 aufgenommen sind, reproduzierbar im gewünschten Umfang behandelbar bzw. beschichtbar sind.

Die zufällig angeordneten isotrop verteilten Porenöffnungen, also Enden der Porenkanäle, ergeben sich aus der Darstellung im Bild gemäß Fig. 4.

Nachstehend wird die Erfindung an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Als Basismaterial für den Träger 10 kann ein Graphitfilz mit einer Gesamtverunreinigung von weniger 5 ppm benutzt werden. Elementbezogen liegen die Verunreinigungen unter 0,05 ppm. Ein entsprechender als Gerüst bezeichneter Graphitfilz kann durch Gasphaseninfiltration (CVI) mit Pyrokohlenstoff (PyC) und Siliziumkarbid (SiC) stabilisiert und verdichtet werden. Durch Variationen des Basismaterials sowie Veränderung der CVI-Schritte können die physikalischen Eigenschaften der so hergestellten Matrix in weiten Bereichen verändert und den jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Dies ergibt sich beispielhaft aus den nachstehenden Tabellen.

So ist in Tabelle 1 der Zusammenhang zwischen Materialdichte und Wärmeleitfähigkeit wiedergegeben.

Variante	Dichte (g/cm ³)	Wärmeleitfähigkeit (W/mK)
A	0,6	3,4
B	1,0	6,4
C	1,5	13
D	1,9	18

Durch veränderte Verhältnisse von Kohlenstofffasern, Pyrokohlenstoff und Siliziumkarbid können bei gleicher Dichte unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit eingestellt werden.

In Tabelle 2 ist der Zusammenhang zwischen Materialdichte und Porosität wiedergegeben.

Variante	Dichte (g/cm ³)	Porosität (%)
A	0,6	75
B	1,0	60
C	1,5	38
C	1,5	45
E	1,9	27

Durch veränderte Verhältnisse von Kohlenstofffasern, Pyrokohlenstoff und Siliziumkarbid können bei gleicher Dichte unterschiedliche Porositäten eingestellt werden.

Die Erfindung wird nachstehend auch anhand eines Beispiels näher erläutert, dem weitere Einzelheiten und Vorteile zu entnehmen sind.

Zur Herstellung eines Trägers wird ein Filzrohling zunächst mit Pyrokohlenstoff verdichtet. Dies kann im CVI-Verfahren erfolgen. Hierzu erfolgt eine Zersetzung eines kohlenstoffhaltigen Gases (z. B. Methan) bei Temperaturen zwischen 800 °C und 1800 °C bei Drucken zwischen 0,01 mbar und 1013 mbar absolut. Sodann erfolgt eine Bearbeitung des verdichteten Filzrohlings, um die Trägergeometrie zu erzielen. Die Bearbeitung kann maschinell erfolgen. Anschließend wird eine Hochtemperaturreinigung durchgeführt. Hierzu wird der bearbeitete Gegenstand bei ≥ 2000 °C im Vakuum gehalten. Halogenhaltige Gase werden dem Reaktionsraum zugeführt. Durch die Hochtemperaturreinigung ergibt sich eine Gesamtverunreinigung < 5 ppm in der Achse insgesamt,

wobei pro Einzelelement ein Wert $< 0,05$ ppm erzielbar ist, jeweils bezogen auf das Ausgangsgewicht. Schließlich erfolgt eine Verdichtung mit Siliziumkarbid, vorzugsweise im CVI-Verfahren. Dabei erfolgt die Zersetzung eines oder mehrerer silizium- und/oder kohlenstoffhaltiger Gase wie z. B. Methyltrichlorsilan bei Temperaturen zwischen $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ und Drucken zwischen 0,01 mbar und 1013 mbar absolut.

Alternativ kann das Verdichten mit Pyrokohlenstoff bzw. Verdichten mit Siliziumkarbid durch Flüssigimprägnierung durchgeführt werden. Dabei wird eine Matrix durch Tränken in kohlenstoff- und/oder siliziumhaltigen Harzen oder Lösungen wie Phenolharz aufgebracht. Anschließend erfolgt ein Glühen im Vakuum oder Schutzgas.

Um z. B. bei Beibehaltung von Dichte und Porosität die Wärmeleitfähigkeit des Trägers zu ändern, können verschiedene Ausgangsfilzrohlinge benutzt werden. Ersetzt man z. B. Panoxfasern durch Pechfasern, so ergibt sich aufgrund höherer Wärmeleitfähigkeit der Fasern bei gleicher Porosität eine höhere Wärmeleitfähigkeit des Trägers.

Erfindungsgemäße Träger können z.B. Durchmesser von bis zu 500mm oder mehr und/oder Dicken von bis zu 5mm oder mehr aufweisen.

Ist bevorzugterweise eine Scheibengeometrie für den Suszeptor gewählt, so können nach der erfindungsgemäßen Lehre Suszeptoren anderer Geometrien gleichfalls hergestellt werden..

Patentansprüche

Träger zur Aufnahme eines Gegenstandes sowie Verfahren zur Herstellung eines Trägers

1. Träger (10) zur Aufnahme eines zu behandelnden Gegenstandes (12), wie Substrat, eines Halbleiterbauelements, wobei der Träger Kohlenstoff enthält und zur Bildung von Gasaustritts- oder Durchtrittsöffnungen porös ausgebildet ist, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
dass der Träger (10) aus einem Gerüst oder einem Abschnitt eines Gerüsts aus C-Fasern und/oder SiC-Fasern (18, 20) besteht, dass die Fasern in einer Matrix aus Kohlenstoff und/oder SiC eingebettet sind und dass der Träger eine Porosität p mit $5 \% \leq p \leq 95 \%$ und eine Dichte ρ mit $0,1 \text{ g/cm}^3 \leq \rho \leq 3,0 \text{ g/cm}^3$ aufweist.
2. Träger nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass das Gerüst aus Kohlenstofffilz, -vlies und/oder -gewebelagen besteht.
3. Träger nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Fasern (18, 20) mit einer oder mehreren Kohlenstoff- wie Pyrokohlenstoff- und/oder Siliziumkarbidschichten (26, 28) als die Matrix versehen sind.
4. Träger nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Matrix außenseitig eine Siliziumkarbidschicht aufweist.

5. Träger nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Matrix ein Schichtsystem aufweist, das gradiert von Kohlenstoff in Siliziumkarbid übergeht.
6. Träger nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wärmeleitfähigkeit w des Trägers (10) sich beläuft auf $0,10 \text{ W/mK} \leq w \leq 100 \text{ W/mK}$, insbesondere auf $3 \text{ W/mK} \leq w \leq 30 \text{ W/mK}$.
7. Träger nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger eine Gesamtdichte von $1,50 \text{ g/cm}^3$ bis $1,9 \text{ g/cm}^3$ aufweist, wobei der Anteil der Fasern $0,098 \text{ g/cm}^3$ bis $0,2 \text{ g/cm}^3$ und/oder der Anteil des Pyrokohlenstoffs $0,4 \text{ g/cm}^3$ bis $0,8 \text{ g/cm}^3$ und/oder der Anteil des SiC $0,8 \text{ g/cm}^3$ bis $1,0 \text{ g/cm}^3$ betragen.
8. Träger nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gewichtsverhältnis von Gerüst zu Matrix sich beläuft auf in etwa 1 : 13 bis 1 : 17.
9. Verfahren zur Herstellung eines Trägers zur Aufnahme eines zu behandelnden Gegenstands, vorzugsweise eines Substrats eines Halbleiterbauelementes wie Wafers, wobei der Träger unter Verwendung von Kohlenstoff mit einer Gasaustritts- oder Durchtrittsöffnungen bildenden Porosität ausgebildet wird,
gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte,

- Herstellen eines Gerüsts aus C- und/oder SiC-Fasern und
- Stabilisieren des Gerüsts mit zumindest einer eine Matrix bildenden Pyrokohlenstoff- und/oder Siliziumkarbidschicht,

wobei so stabilisiertes Gerüst oder ein Abschnitt des Gerüsts als der Träger verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fasern durch Gasphaseninfiltration (CVI) und/oder Flüssigkeitsimprägnierung stabilisiert werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass als das Gerüst stabilisierter Filz oder Vlies oder stabilisierte Gewebelagen verwendet werden.
12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fasern ausschließlich mit Kohlenstoff oder ausschließlich mit Siliziumkarbid stabilisiert werden.
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fasern mit einer Folge von einer oder mehreren aus Kohlenstoff und/oder Siliziumkarbid bestehenden Schichten stabilisiert werden.
14. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fasern mit einem von Kohlenstoff in Siliziumkarbid übergehenden gradierten Schichtsystem stabilisiert werden.

15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gerüst derart stabilisiert wird, dass als Außenschicht eine Siliziumkarbidschicht ausgebildet wird.
16. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch Zusammensetzung des Gerüsts und/oder Dauer der Gasphaseninfiltration bzw. Flüssigkeitsimprägnierung Dichte, Wärmeleitfähigkeit und/oder Porosität des Trägers eingestellt wird.
17. Verfahren nach zumindest Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger auf eine Porosität p mit $5 \% \leq p \leq 95 \%$, insbesondere $10 \% \leq p \leq 95 \%$, eingestellt wird.
18. Verfahren nach zumindest Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Träger auf eine Dichte ρ mit $0,1 \text{ g/cm}^3 \leq \rho \leq 3,0 \text{ g/cm}^3$ eingestellt wird.
19. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 17,
gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte,
- Aufbringen einer oder mehrerer aus Pyrokohlenstoff bestehenden Schichten auf das aus C- und/oder SiC-Fasern bestehende Gerüst,
 - Ausschneiden des Trägers aus dem beschichteten Gerüst,
 - Hochtemperaturreinigung des ausgeschnittenen Trägers und
 - Aufbringen einer oder mehrerer aus Siliziumkarbid bestehenden Schichten auf das mit Pyrokohlenstoff beschichtete Gerüst.

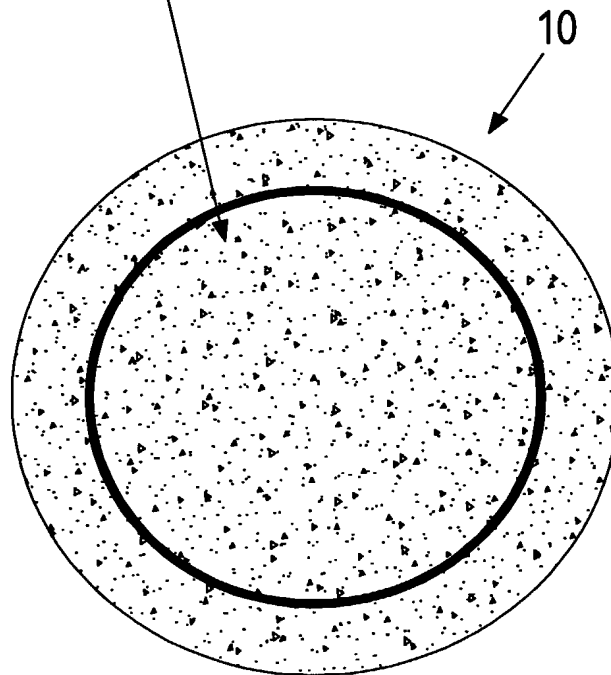
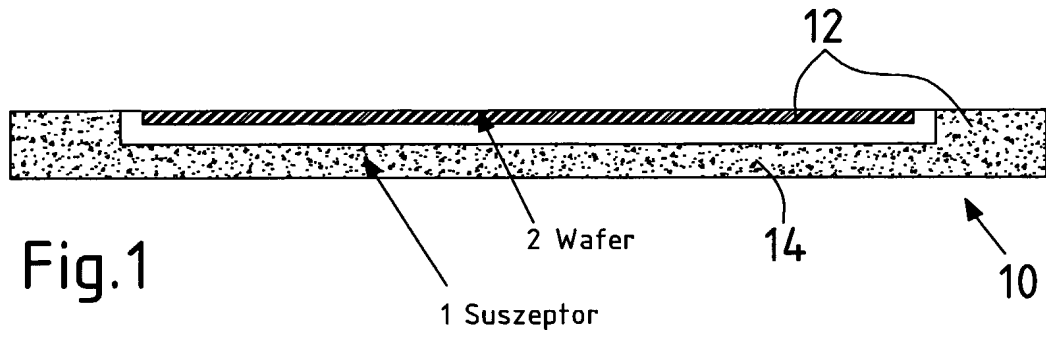


Fig.2

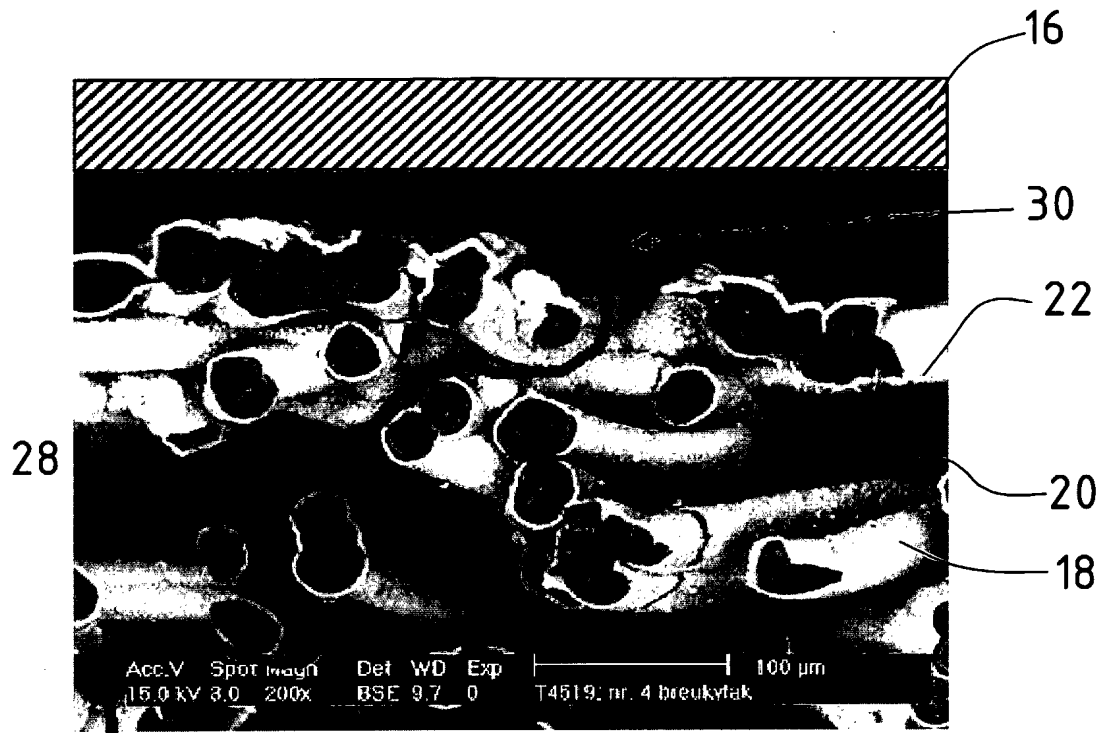


Fig.3

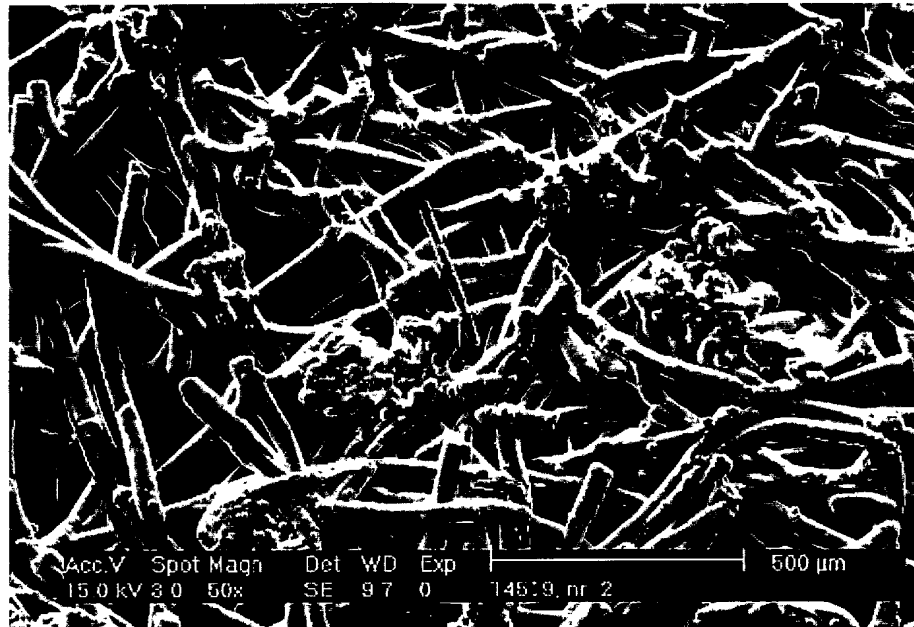


Fig.4

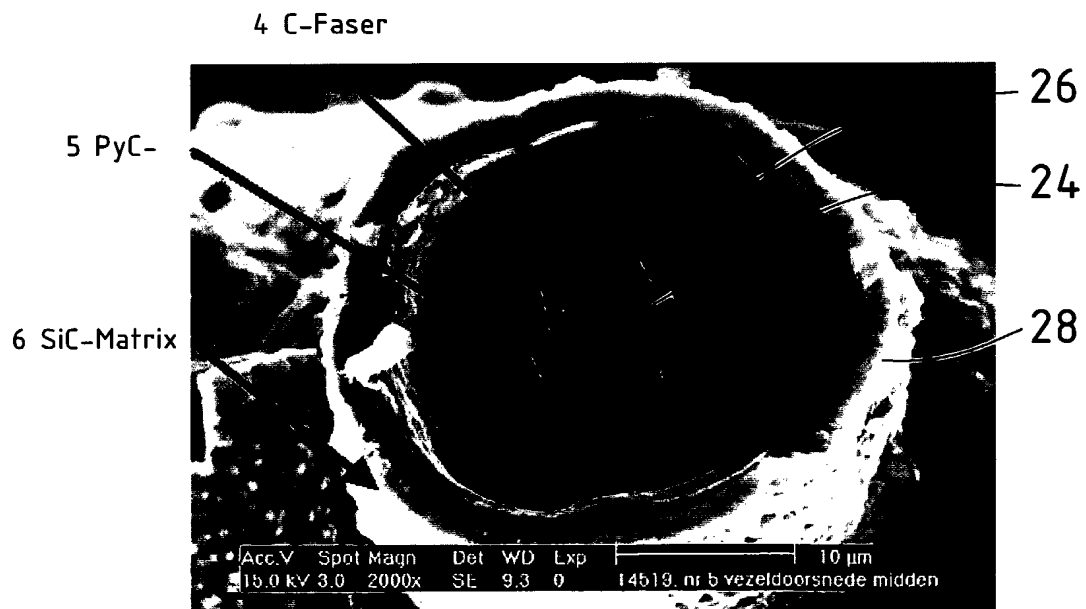


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L21/68		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 038 (E-1161), 30 January 1992 (1992-01-30) & JP 03 246931 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 5 November 1991 (1991-11-05) cited in the application abstract	1-19
X	----- US 6 444 027 B1 (YANG CHARLES CHIUN-CHIEH ET AL) 3 September 2002 (2002-09-03) cited in the application column 1, line 47 - line 58 ----- -/--	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 4 April 2005		Date of mailing of the international search report 21/04/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Bader, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013838

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 12, 25 December 1997 (1997-12-25) & JP 09 209152 A (TOSHIBA CORP), 12 August 1997 (1997-08-12) cited in the application abstract</p> <p>-----</p>	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/013838

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 03246931	A	05-11-1991	JP 2628394 B2	09-07-1997
US 6444027	B1	03-09-2002	CN 1434883 A	06-08-2003
			CN 1434884 A	06-08-2003
			EP 1287187 A2	05-03-2003
			JP 2004522294 T	22-07-2004
			TW 535218 B	01-06-2003
			WO 0186034 A2	15-11-2001
			US 2003041799 A1	06-03-2003
			US 2001037761 A1	08-11-2001
JP 09209152	A	12-08-1997	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013838

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01L21/68

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 016, Nr. 038 (E-1161), 30. Januar 1992 (1992-01-30) & JP 03 246931 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 5. November 1991 (1991-11-05) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1-19
X	US 6 444 027 B1 (YANG CHARLES CHIUN-CHIEH ET AL) 3. September 2002 (2002-09-03) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 47 - Zeile 58 ----- -/--	1-19

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/04/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bader, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013838

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 12, 25. Dezember 1997 (1997-12-25) & JP 09 209152 A (TOSHIBA CORP), 12. August 1997 (1997-08-12) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung</p> <p>-----</p>	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013838

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 03246931	A	05-11-1991	JP	2628394 B2	09-07-1997
US 6444027	B1	03-09-2002	CN	1434883 A	06-08-2003
			CN	1434884 A	06-08-2003
			EP	1287187 A2	05-03-2003
			JP	2004522294 T	22-07-2004
			TW	535218 B	01-06-2003
			WO	0186034 A2	15-11-2001
			US	2003041799 A1	06-03-2003
			US	2001037761 A1	08-11-2001
JP 09209152	A	12-08-1997	KEINE		